

VARNOST PRI DELU V VAKUUMSKI TEHNIKI

Tudi v vakuumski tehniki moramo skrbeti za varnost, saj je kar nekaj nevarnosti za poškodbe, moramo pa vedeti zanje in se jih izogibati oz. se moramo pred njimi primerno zaščititi.

Vakuum ni okolje za bivanje živih organizmov, z izjemo sporogenih mikroorganizmov. Pri človeku nastopijo težave, če se tlak, na katerega je organizem navajen, spremeni (zniža). Slabo počutje nastane že pri nekoliko nižjem tlaku, *višinska bolezen* pa že pri tlakih pod 700 mbar, vendar o tem v tem sestavku ne bomo pisali.

Resna nevarnost je **implozija** steklenih vakuumskih posod, poveznikov, elektronk (tudi katodne TV-elektronke!). Implozija je podoben pojav kot eksplozija, ki je vsem nam bolj poznana, učinek pa je skoraj enak. Crepinje letijo na vse strani in lahko hudo poškodujejo osebe in stvari, ki so v bližini.

Evakuirana posoda mora prenašati velike obremenitve. Pri notranjem tlaku 1 mbar ali nižjem je sila okoliške atmosfere zraka na kvadratni centimeter njene površine 10 N (to je sila, ki bi jo povzročila utež z maso 1 kg na cm²). Sami si lahko izračunate, kolikšna je sila na katodno TV-elektronko vašega televizijskega aparata ali vsaj na njegov zaslon (ekran).

Steklene vakuumске posode so sicer dimenzionirane tako, da prenesejo obremenitev atmosferskega zraka, vendar se zgodi, da kdaj trd predmet udari vanje, in že je nesreča tu. Da bi se izognili takim »slučajnostim«, moramo vse vakuumске steklene posode (npr. poveznike) obdati s kovinsko varovalno mrežo. Pri delu s steklenimi sistemi pa moramo nositi zaščitna očala ali obrazne (presojne) ščite iz pleksija. Ionizacijske steklene elektronke, ki so merilniki tlaka za področje od 10⁻³ do 10⁻¹² mbar, moramo zavarovati pred udarci (ali implozijo v njeni bližini) na podoben način, tj. s kovinskim oklopom. Stekleni vakuumски sistemi se najbolj uporabljajo v laboratorijih, v industriji so navadno kovinski in zato ni bojazni, da bi prišlo do implozije. Tudi steklene Dewarjeve posode (termovke) so glede tega nevarne, če implodirajo. Tiste, ki jih uporabljamo za shranjevanje toplih ali ohlajenih pijač, ali drugih živil, v vakuumski tehniki pa za shranjevanje tekočega dušika, so navadno dobro zaščitene, vendar se tudi zgodi, da že zaradi »rahlega« udarca (po steklu) implodirajo.

Vakuumски sistemi, tako stekleni kot kovinski, niso grajeni za nadtlake. Tudi veliki shranjevalniki za tekoči dušik ne, zato pa morajo imeti varnostne izpustne ventile. *Tekoči dušik (in helij)*, ki se v vakuumski tehniki (pa tudi drugje) uporablja kar pogosto za hlajenje adsorpcijskih materialov, pasti in lovilnikov par, je potencialno nevaren, če izpareva v slabo prezračenem prostoru, ker izriva zrak in ustvarja atmosfero, ki je »revna« s kisikom. En liter tekočega dušika proizvede 650 l plina (pri standardni temperaturi in tlaku). Bolj pogoste pa so opekline na koži, ki nastanejo, če nespretno nalivamo tekoči dušik in nam pade kapljica na kožo na tako mesto, da tam tudi izhlapi. Takrat odvzame toliko toplote s kože, da le-ta na tistem delu zmrzne. Posledica je znana: koža se vname. Posebno hudo bi bilo, če bi kapljice tekočega dušika zašle v čevelj.

Tisti, ki smo kdaj delali s tekočim dušikom, dobro vemo, da je to zelo »živahna« tekočina, ki rada pljuska iz Dewarjeve posode, posebno ko jo polnimo, tj. ohlajamo pri nalivanju. Tu velja preskušeno pravilo: Kadar delamo s tekočim dušikom ali ga transportiramo, moramo imeti na rokah usnjene rokavice, nositi

moramo varnostna očala ali obrazni ščit, dobro pa se je zavarovati z usnjenim predpasnikom.

Za plin *kisik*, ki se uporablja za reaktivno čiščenje v plazmi ali pri reaktivnem naparevanju in naprševanju v visokovakuumskih napravah, je treba vedeti, da lahko povzroči **eksplozijo** v rotacijski črpalki, ko pride v stik s črpalkinim oljem, tj. z ogljikovodiki, ker nastane t. i. *dizelski pojav* eksplozije v kompresijskem prostoru črpalke. Ta problem rešimo z uvajanjem čistega zraka (ali dušika), da nastane mešanica, ki je manj eksplozivna. Boljše je v takih primerih (reaktivni nanos plasti ali čiščenje v plazmi) v črpalkah uporabljati sintetična olja.

Pri črpanju čistega kisika s kriočrpalko, ki mu sledi črpanje vodika, ki nastane npr. pri razpadu ogljikovodikov oz. njihovih par pri reaktivnem nanašanju karbidnih tankih plasti, lahko nastali *pokalni plin* povzroči eksplozijo pri regeneraciji te kriočrpalke. Ne glede na vrsto plinov, ki so v kriočrpalkah, pa pri regeneraciji (ogretju črpalke) nastane velik notranji pritisk, zato mora imeti vsaka taka črpalka varnostni izpustni ventil (katerega delovanje moramo občasno preveriti).

Jeklenke s komprimiranimi inertnimi plini, ki jih uporabljamo ob vakuumskih napravah, morajo biti postavljene in pritrjene po predpisih, da ne bi prišlo do padca, kajti pri tem se lahko odlomi glavni ventil in jeklenka se začne vesti kot projektil »na raketni pogon«.

V vakuumski tehniki imamo opravka tudi s *toksičnimi (strupenimi), eksplozivnimi, vnetljivimi, korozivnimi in kancerogenimi plini* pod visokim pritiskom, kot je npr. silan v polprevodniški industriji. Jeklenke s temi plini moramo hraniti v posebnem prostoru, ki je prezračevan, opremljen z alarmno napravo, detektorjem plina, avtomatsko gasilno napravo ter vakuumsko črpalko. Jeklenk ne smemo izprazniti do konca. V njej mora vedno ostati nadtlak, da tudi pri povišanju atmosferskega (okoljskega) tlaka ne bi prišlo do uhajanja zraka v jeklenko (onesnaženje). Pri menjavi jeklenk je treba posebej paziti, da ne onesnažimo cevovodov, zato moramo pred odprtjem ventila nove, polne jeklenke cevovode evakuirati z vakuumsko črpalko.

Pri jeklenkah s komprimiranim kisikom je treba tudi paziti, da kisik ne pride v stik z ogljikovodiki (mazivna olja, masti), ker se le-ti vnamejo.

Če črpamo vnetljive, korozivne, toksične... pline z rotacijskimi črpalkami, se le-ti akumulirajo v olju in so glavna nevarnost tako za črpalko (korozija, zamašitev ventilov itd.) kot za tiste, ki pridejo v stik s tako onesnaženim oljem (serviserji, vzdrževalci). Proizvajalci navadno opozorijo uporabnike (v navodilih za uporabo), kaj se sme črpati s črpalko, da je ne bi poškodovali ali uničili.

Ker smo že pri rotacijskih črpalkah, je vredno omeniti, da morajo biti vsi vrteči se deli tako zaščiteni, da ni mogoče priti do njih z roko, ali da bi vanje potegnili dele oblačila. (Aktualno pri starejših črpalkah, ki imajo pogon z elektromotorjem preko jermenice in klinastih jermenov. Ta prenosni del mora biti vedno pokrit s pokrovom.)

Našteli smo le glavne in najbolj pogoste nevarnosti, ki nam pretijo v vakuumski tehniki, ter nekaj načinov, kako se zavarujemo pred njimi. Na vse te in še druge nevarnosti pa nas morajo opozoriti strokovnjaki, odgovorni za varstvo pri delu v podjetju oz. ustanovi

Dr. Jože Gasperič